

KARAKTERISTIK LAJU PEMBAKARAN MINYAK JARAK PAGAR DENGAN PENAMBAHAN PARTIKEL KARBON BIO

L. Mustiadi.

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo km 2, Malang 65145

E-mail: lamusdi@yahoo.co.id

Abstrak

Pembakaran sebuah droplet minyak jarak pagar adalah fenomena mendasar yang diamati pada ujung thermocouple. Dalam penelitian ini, pengaruh penambahan partikel karbon bio nano diselidiki dengan menganalisis laju pembakaran yang direkam dengan thermocouple data logger dan kamera kecepatan tinggi. Dengan penambahan partikel karbon bio sekam padi (1 s/d 5 ppm) skala massa ke dalam minyak jarak pagar, melakukan pelarutan dengan membangkitkan gaya-gaya tumbukan antar-molekul pada minyak jarak pagar menggunakan energi mekanik, kemudian proses pembakaran droplet minyak jarak pagar. Hasil penelitian memperlihatkan laju pembakaran yang lebih cepat apabila dibandingkan dengan tanpa penambahan partikel karbon bio sekam padi, pada waktu pembakaran rata-ratanya. Jumlah massa partikel karbon bio sekam padi terlarut memiliki pengaruh yang jelas terhadap pembentukan laju pembakaran.

Keywords; Laju pembakaran, droplet minyak jarak pagar, partikel karbon bio nano.

1. PENDAHULUAN

Berbagai sumber bahan bakar nabati yang sedang dikembangkan diantaranya tanaman jarak pagar. Minyak jarak pagar yang dihasilkan melalui proses ekstrak dari biji tumbuh-tumbuhan jarak pagar, tersusun dari asam lemak (*fatty acid*) bersama-sama dengan gliserol. Memiliki karakteristik densitas yang tinggi dengan rantai carbon penyusunnya yang panjang, sehingga dalam kondisi normal akan sulit terbakar.

Beberapa penelitian tentang laju pembakaran bahan bakar telah dilakukan, diantaranya: [Kiyosi Kobayasi, 1955; M. Ikegami, et al, 2003] mengkaji karakteristik pembakaran sebuah droplet menggunakan bahan bakar gasoline, kerosene, light oil dan heavy light oil, menghasilkan bahwa tidak ada perubahan dalam laju pembakaran bahan bakar.

Penelitian menggunakan bahan bakar minyak nabati seperti *jatropha oil* [ING. Wardana, 2010], hasil penelitian menemukan bahwa proses pembakaran *jatropha oil*, tidak mempengaruhi laju pembakaran. Beberapa *metal based additive* platinum-cerium (Pt-Ce), tembaga, mangan, barium dan calcium sebagai *homogeneous combustion catalysts* (HCCs) pada unjuk kerja motor diesel berbahan bakar biodiesel juga telah diteliti [Kannan G., et al, 2011; Campenon T., et al, 2004; H.K. Rashedul et al, 2014]. Dari hasil penelitian tersebut terlihat bahwa penggunaan *metal based additive* sangat berpengaruh terhadap properties dan karakteristik pembakaran bahan bakar, terutama dalam meningkatkan laju pembakaran.

Belum banyak penelitian yang dilakukan terkait dengan karakteristik pembakaran sebuah droplet yang memanfaatkan partikel karbon bio pada bahan bakar alternative nabati, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan karakteristik laju pembakaran

sebuah droplet minyak jarak pagar dengan menambahkan karbon bio nano partikel, dengan kontribusi sebagai informasi ilmiah inovasi pembakaran minyak jarak pagar untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bahan bakar terbarukan.

Adanya partikel karbon bio nano sekam padi dengan karakteristik unsur kimia yang dimiliki (magnesium, aluminium, silika, calium) merupakan unsur logam non ferro, akan berfungsi sebagai katalis (penghantar panas) dalam proses pembakaran minyak jarak pagar. Sedangkan kandungan unsur kimia (carbon) akan menambah konsentrasi molekul carbon dalam minyak jarak pagar.

Massa partikel karbon bio nano sekam padi yang terlarut dalam minyak jarak pagar, menyebabkan molekul-molekul dalam minyak jarak pagar akan meningkatkan konsentrasi massa, dan membentuk jarak antar-molekul yang semakin pendek. Pelarutan karbon bio nano sekam padi dalam minyak jarak pagar dilakukan dengan membangkitkan gaya-gaya tumbukan antar-molekul menggunakan energi mekanik, sampai larutan bersifat homogen dengan unsur kimia yang lebih bervariasi.

Pengaruh pemanasan, molekul-molekul dalam larutan minyak jarak pagar akan memuai dan bergerak dengan momentum dan energi kinetik. Meningkatnya impuls dan momentum antar-molekul, membentuk energi tumbukan yang besar, sehingga akan memberikan suatu mekanisme reaksi yang baru dengan membentuk energy aktivasi. Molekul-molekul yang bertumbukan membentuk energy aktivasi yang besar, meningkatkan laju reaksi pembakaran melalui penguapan droplet yang semakin cepat, sehingga menghasilkan laju pembakaran yang semakin cepat. Laju pembakaran didapatkan dalam besarnya volume droplet yang

terbakar selama proses pembakaran droplet, dinyatakan dengan: $\dot{V} = \frac{V}{t} \dots\dots(cc/s)$.

Keterangan:

v = volume droplet (cc)

t = waktu pembakaran droplet (s).

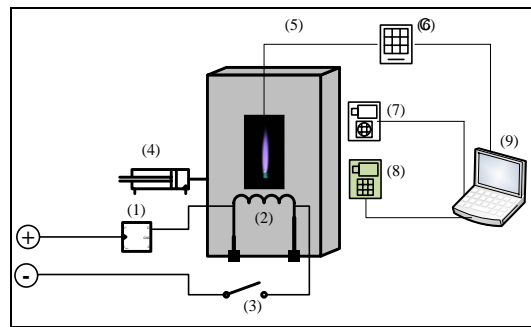
2. METODE PENELITIAN

Laju pembakaran adalah fenomena yang diamati dalam penelitian pembakaran sebuah droplet minyak jarak pagar pada ujung thermocouple, menggunakan metode visual dan eksperimen dengan desain satu jalur. Pengambilan data dilakukan 10 sampel untuk setiap perubahan variabel bebas, kemudian melakukan validasi rata-rata data.

Rancangan variabel penelitian, variabel bebas adalah kompilasi partikel karbon bio nano sekam padi dalam minyak jarak pagar pada (1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm), variabel terikat adalah laju pembakaran sebuah droplet minyak jarak pagar, variabel kontrol adalah minyak jarak pagar, karbon bio nano dengan bahan sekam padi.

Konsentrasi partikel karbon bio nano dalam minyak jarak pagar, didapatkan dengan pengukuran massa karbon bio nano menggunakan neraca massa dan pengukuran volume minyak jarak pagar menggunakan gelas ukur, melakukan kesetaraan skala volume dan massa ke dalam skala (ppm). Pelarutan karbon bio nano sekam padi dalam minyak jarak pagar dilakukan menggunakan energi mekanik, sampai larutan bersifat homogen.

Membentuk droplet menggunakan micropipet, kemudian meletakkan sebuah droplet pada ujung thermocouple. Dengan energi listrik inductor akan menyala, memberikan energi panas kepada droplet untuk menguap dan terbakar, diterangkan pada (gambar 1).



Gambar 1; Skema instalasi pengujian.

Keterangan: (1) Travo, (2) Inductor, (3) Stop-kontak, (4) Micropipet, (5) Thermocouple, (6) Data logger temperatur, (7) Lux meter, (8) Kamera, (9) Komputer laptop.

Pengambilan Data

Melakukan rekam foto untuk diameter droplet, menggunakan high speed camera dengan memposisikan lensa kamera pada jarak 100 mm terhadap droplet, mengkondisikan kamera pada ISO 400 dan optical zoom 100 mm serta Focus 4,8. Pengambilan data diameter droplet secara visual dan mekanik. Menetapkan diameter droplet aktual dengan membagi diameter droplet terukur terhadap skala pembesaran gambar.

Pengambilan data waktu pembakaran droplet, menggunakan data waktu pada proses perekaman video nyala api pembakaran menggunakan high speed camera. Untuk data waktu awal dan akhir pembakaran, memilih satu frame gambar dengan memperhatikan waktu saat droplet menyala dan saat nyala api padam. Menetapkan waktu nyala api pembakaran aktual dengan mengurangi waktu saat nyala api padam terhadap waktu saat droplet mulai terbakar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi sifat fisika dari minyak jarak pagar murni, menggunakan uji fisika dengan metode uji ASTM, diperlihatkan pada tabel 1.

Nama	Densitas pada 20 °c (gram/cc)	Viscositas pada 20 °c (cst)	Titik nyala (°c)	Nilai kalor (kcal/kg)
Minyak jarak pagar murni	0,94	52,35	242	9862,35

Tabel 1. Sifat fisika minyak jarak pagar murni.

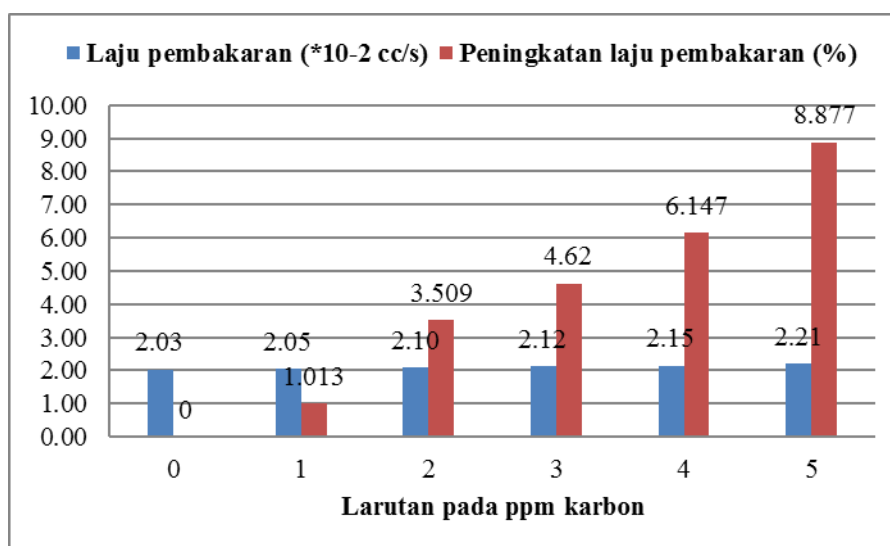
Karakterisasi unsur kimia partikel karbon bio sekam padi, menggunakan uji SEM dengan pembesaran 10.000x pada jarak ukur 10 µm, diperlihatkan pada tabel 2.

Unsur kimia	Berat %	Luas %	Kandungan energi
Carbon	67,03	74,76	2,85
Oksigen	27,16	22,75	0,5
Magnesium	01,12	00,62	0,25
Alluminium	00,62	00,31	0,2
Silika	01,46	00,70	0,4
Calium	02,60	00,87	0,3

Tabel 2. Unsur kimia partikel karbon bio nano sekam padi.

Gambar 3. memperlihatkan, untuk penambahan partikel karbon bio nano sekam padi (1 sampai 5 ppm) dalam minyak jarak pagar murni, menghasilkan laju pembakaran minyak jarak pagar murni (0,0203 sampai 0,0221 cc/s). Terhadap minyak jarak pagar murni tanpa

penambahan partikel karbon bio nano sekam padi, terjadi peningkatan laju pembakaran (1,013 sampai 8,877%). Meningkatnya laju pembakaran ini, disebabkan oleh pembentukan pelepasan energi pembakaran yang semakin cepat dan waktu pembakaran yang semakin pendek, pengaruh konsentrasi massa dalam minyak jarak pagar murni yang homogen dan variatif dengan jarak antar-molekul yang semakin pendek. Dengan pemberian pemanasan, molekul-molekul memuai dan bergerak dengan momentum dan energi kinetik, meningkatkan impuls dan momentum antar-molekul, menjadikan energi tumbukan antar-molekul yang bertambah besar. Dengan meningkatnya energi tumbukan antar-molekul, membentuk energy aktivasi yang meningkat untuk membentuk laju reaksi penguapan dan pembakaran droplet yang semakin cepat, sehingga menghasilkan laju pembakaran yang semakin cepat.



Gambar 2. Grafik karakteristik laju pembakaran droplet minyak jarak pagar murni dengan penambahan partikel karbon bio nano sekam padi.

4. KESIMPULAN.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa, dengan penambahan partikel karbon bio nano sekam padi pada (1 s/d 5 ppm) dalam minyak jarak pagar murni, menghasilkan laju pembakaran (0,0203 sampai 0,0221 cc/s). dengan peningkatan (1,013 sampai 8,877%). Peningkatan laju pembakaran ini disebabkan oleh terbentuknya energy aktivasi yang meningkat untuk membentuk laju reaksi penguapan dan pembakaran droplet yang semakin cepat, pengaruh (magnesium, alluminium, silika, calium) yang berfungsi sebagai katalis (penghantar panas) dalam proses pembakaran minyak jarak pagar.

DAFTAR PUSTAKA.

- [1]. Kiyosi Kobayasi, *An experimental study on the combustion of a fuel droplet*, Elsevier-Symposium (International) on Combustion, Volume 5, Issue 1, 1955, Pages 141–148
- [2]. M. Ikegami, G. Xu, K. Ikeda, S. Honma, H. Nagaishi, D.L. Dietrich, Y. Takeshita, *Distinctive combustion stages of single heavy oil droplet under microgravity*, Fuel 82 (2003) 293–304.
- [3]. Wardana I.N.G. 2010. Combustion Characteristics of Jatropha Oil Droplet at Various Oil Temperatures. International Journal Elsevier Fuel. 89:659-664.

- [4]. Kannan G, Karvembu R, Anand R. *Effect of metal based additive on performance emission and combustion characteristics of diesel engine fuelled with biodiesel*. Appl Energy 2011;88:3694–703.
- [5]. Campenon T, Blanchard G, Macaudiere P, Seguelong T. *Improvement and simplification of DPF system using a ceria-based fuel borne catalyst for diesel particulate filter regeneration in serial applications*. SAE Paper 2004: 2004-01-0071.
- [6]. H.K. Rashedul et. al. *The effect of additives on properties, performance and emission of biodiesel fuelled compression ignition engine*. Energy Conversion and Management 88 (2014) 348–364